

## 連続投与された水銀の卵への移行に関する研究

田辺 昭・平松一男・原 勝己・鳥海 徹

(家畜衛生学研究室)

Received November 1, 1974

### The Transference of Dietary Mercury to the Eggs in Chickens

Akira TANABE, Kazuo HIRAMATSU, Katsumi HARA  
and Tooru TORIUMI

(Laboratory of Animal Hygiene)

The White Leghorn chickens were fed on the diets containing 1 ppm to 20 ppm of mercurials.

In the groups fed phenylmercuric acetate (PMA) and mercurous nitrate (MN), the concentration of mercury in yolk and albumen reached to the plateau after two weeks of mercurial exposure. In a group fed on a diet containing 20 ppm of ethylmercuric chloride (EMC), however, the concentration of mercury in yolk and albumen gradually increased until six weeks after initiation of the experiment, and then the concentration reached to the plateau.

As far as the concentration of mercury in yolk was concerned, no significant differences were observed among three mercurials. In the albumen, on the other hand, a very high level of mercury was maintained with EMC and very low levels with PMA and MN.

PMA and MN had no adverse effect on egg laying. In the group fed on a diet containing 20 ppm of EMC, however, a marked lowering of the egg production was observed.

単発投与された水銀の鶏卵への移行に関しては、近年相当数の報告がなされている。しかしながら、水銀が微量連続投与された場合の鶏卵中に移行する水銀量の消長に関しては報告は多くない。しかも報告された投与期間が、それ程長期にわたっていない<sup>2,3)</sup>。

本研究は水銀剤が微量に継続的に鶏体に摂取された場合の水銀の卵への移行量、血中水銀濃度の消長、および産卵への影響に関して基礎的データを得るために行われた。

### 材 料 と 方 法

供試薬としては mercurous nitrate (MN), phenylmercuric acetate (PMA) および ethylmercuric chloride (EMC) を用い、供試鶏としては白色レグホン種の産卵鶏を用いた。

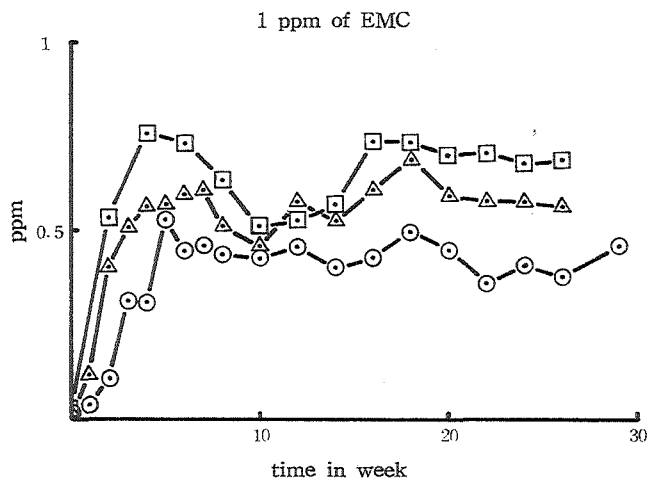
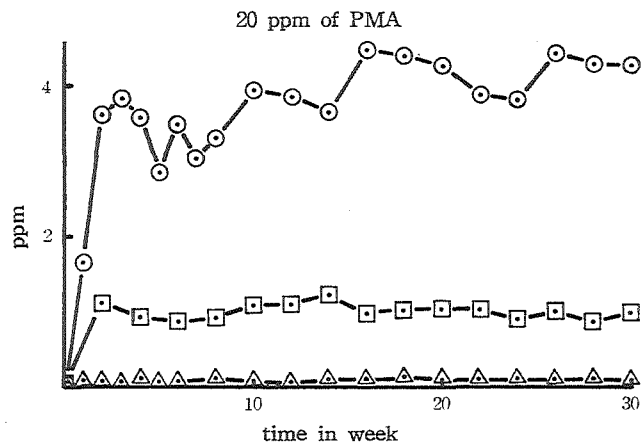
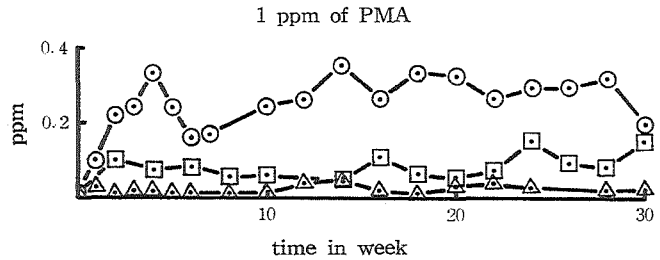
供試鶏は1群8羽とし、試験群は以下の5種類の飼料でそれぞれ飼育した。PMA 1 ppm 含有飼料および 20 ppm 含有飼料、EMC 1 ppm 含有飼料および 20 ppm 含有飼料、MN 10 ppm 含有飼料。これらの濃度は若月<sup>1)</sup>の見解を参考にして定めた。供試鶏はすべて単飼ケージで飼育し、自由に採食、飲水させた。実験期間が9月以後にわたる場合は点灯した。初期には1週間ごとに、後には2—3週間ごとに卵中水銀量を測定した。また並行して採血を行ない、血液中的水銀量を測定した。実験終了後放血屠殺して各臓器中の水銀量を測定した。その際筋肉

の材料としては浅胸筋を、羽毛は主翼羽の数本をとって、その全体を材料とした。水銀の定量は浮田らの方法<sup>10,5)</sup>に準じて行った。

## 結 果

1) PMA: 第1図に示されたごとく、PMA 1 ppm 群の卵黄中の水銀量は、1週めは低かったが、2週めに0.22 ppmとなり、以後おおむね plateau を形成した。20 ppm 群においても同様に経過し、2週めの卵黄中の水銀量は3.5 ppm となり、以後 plateau を形成した。飼料摂取日量を120 gとすれば、この量は推定水銀摂取日量の5%となる。全血中の水銀量は卵黄の場合と同様に2週めから plateau に達し、20 ppm 群では1 ppm 前後、1 ppm 群では0.1 ppm 前後となった。飼料の水銀含量に対する卵黄と血液の水銀含量の比は、投与量の少ない方がやや高かった。卵白にはほとんど移行しなかった。試験期間中の産卵率には水銀剤投与の影響は認められなかった。

2) EMC: 第1図に示されたごとく、1 ppm 群においても20 ppm 群においても卵黄、卵白、全血中の水銀濃度は、投与開始4週間ないし6週間までは漸増し、以後おおむね plateau を形成した。1 ppm 群では卵黄、卵白、全血中の濃度は、それぞれかなり接近していて、0.4~0.6 ppm の範囲にあった。一方20 ppm 群では卵黄中の濃度が5 ppm 前後の水準を維持したのに対し、卵白と全血中の濃度は、はるかに高く、それぞれ20 ppm 前後の水準を



維持した。即ち EMC では投与量が増すと卵白への水銀移送が顕著に高まる。飼料摂取日量を 120 g とすれば、1 ppm 群の卵 1 個あたりの水銀量は、推定水銀摂取日量の約 20% となる。20 ppm 群の卵 1 個中の水銀量は 1 mg に近かった。この値は推定水銀摂取日量の 30% を越えると思われるが、産卵率が極度に低下しているので、卵への水銀移行総量の投与量に対する割合は 1 ppm 群よりも低い。

試験期間中の産卵率は第 2 図に示すごとくであった。1 ppm 群では対照群と差は認められな

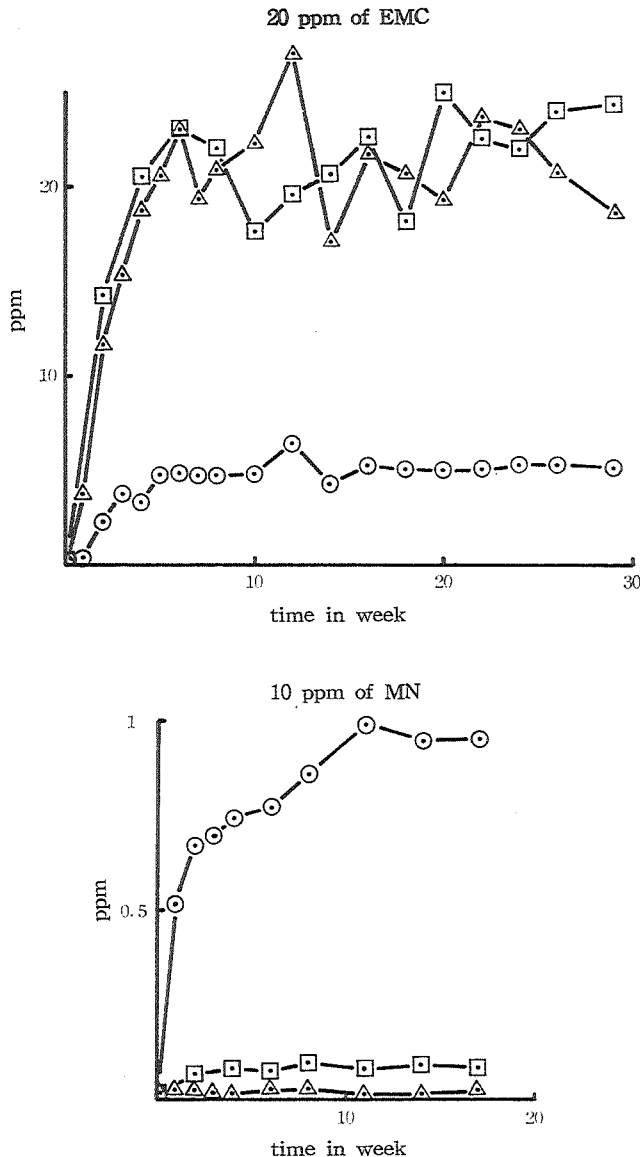


Fig. 1. The concentration of mercury in the eggs and the blood of chickens fed the dietary mercurials

○—○ yolk, ▲—▲ albumen, □—□ whole blood

かったが、20 ppm 群では 3 週めから顕著に下り始め、10 週以後は 10% あまりとなった。10 週以後 20 ppm 群では、自発運動の低下、軽度の脚部麻痺などの神経症状が現われた。

3) MN: 第 1 図に示されたごとく水銀は主に卵黄に移行した。2 週めから plateau に達し、おおよそ 1 ppm の水準で推移したが、2 週めから 10 週めまでは、やや増加する傾向も認められた。投与量を基準にすると、この濃度は PMA の場合の約 2 分の 1 である。卵白にはほとんど移行しなかった。血中濃度は 2 週めまで上昇し、以後おおよそ 0.1 ppm の水準を維持した。投与量を基準として、これは PMA の場合の約 5 分の 1 の濃度である。

試験期間中の産卵率には対照群と比較して、有意の差は認められなかった。

4) 臓器分布: 実験終了時における主な臓器と血液中的水銀濃度は第 1 表に示すごとくであった。血球の水銀濃度は水銀剤による差が極めて大きく、EMC では MN の 700 倍に達した。一方血漿ではこの差は小さく、5—9 倍にすぎ

なかった。肝と腎の濃度が最も高いことは、3種類の水銀化合物で一致していた。

EMC の場合に肝と腎が特に高濃度であることは、単発投与の場合<sup>5)</sup>と符合した。

PMA では肝と比較して腎の濃度が高かった。脳組織と浅胸筋に関しては、EMC の場合の高率な移行が際立っていた。PMA と MN は大体同程度の移行率となり、EMC のおよそ30分の1であった。

羽毛は EMC と MN のみで測定を行なったが、EMC の場合の移行が極めて著しかった。ことに EMC 20 ppm 群

の場合は1 ppm 群の150倍に達した。投与期間が同一でないので、数値を直接比較できないが、MN の場合の羽毛濃度は低かった。

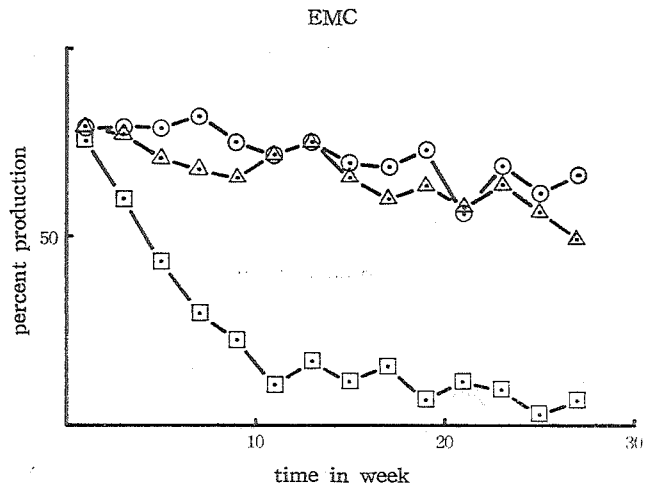


Fig. 2. The rates of the egg production in chickens fed on the diets containing 1 ppm and 20 ppm of EMC

○—○ control, △—△ 1 ppm group, □—□ 20 ppm group

Table 1. The concentration of mercury in the tissues of chickens at the end of the experiments.

group	erythrocyte	plasma	liver	kidney	brain	muscle*	feather†
PMA 1 ppm	0.12±0.09	0.01±0.01	0.55±0.17	2.16±0.48	0.07±0.10	0.04±0.01	
PMA 20 ppm	1.65±0.41	0.49±0.24	6.52±2.80	23.3±11.0	0.24±0.10	0.09±0.06	
EMC 1 ppm	2.96±1.73	0.09±0.04	4.42±1.96	3.57±1.30	0.30±0.14	0.47±0.13	1.72±2.01
EMC 20 ppm	69.4±10.0	0.88±0.18	83.1±20.0	78.2±36.0	6.34±1.00	6.77±1.30	256.5±163
MN 10 ppm	0.05±0.01	0.10±0.02	1.20±0.34	1.82±0.52	0.10±0.07	0.04±0.02	0.44±0.08
Control	0.03±0.03	0.01±0.01	0.08±0.02	0.11±0.06	0.03±0.02	0.02±0.01	0.11±0.05

\* superficial pectoral muscle † primaries

## 考 察

SMART<sup>3)</sup> らの methylmercury dicyandiamide を用いた実験によると、卵中の水銀量は6—7週めまでゆるやかに上昇し、結局本実験における EMC の場合に匹敵する値に到達している。この比較的ゆっくりとした上昇は本実験では EMC の場合にのみ認められ、PMA と MN では認められなかった。血液中水銀濃度、卵中水銀濃度が一定となった場合には、鶏体内水銀の turnover は一種の steady state に達していると考えられる。steady state への到達に時間がかかることと、比較的高濃度への到達は、アルキル水銀の特性のように思われる。

TEJNING<sup>6)</sup> らは産卵鶏に、methylmercury dicyandiamide を本実験の EMC と近似した量連続投与し、卵への水銀移行量は投与量の6分の1から3分の1であるという結果を得てい

る。本実験の EMC の結果もこれに近く、アルキル水銀化合物がアシル水銀や無機水銀と比較して、極めて高率に卵に移送されることを示している。また TEJNING ら<sup>6)</sup> は卵中の水銀の 75% は卵白にあったとしているが、本実験の EMC 20 ppm 群では、水銀の 90% が卵白に存在していた。これに関連して KIWIMÄE<sup>2)</sup> らの結果は興味深い。即ちメチル水銀では卵白中の水銀量は投与量が 4 倍になると 4 倍に増すが、無機水銀とフェニル水銀では投与量が 4 倍になっても、ほとんど増加しない。一方卵黄ではすべての水銀化合物に関して、投与量に比例して濃度が増すという。本実験の結果によれば、EMC の場合卵白中の水銀量は投与量の増加以上に増加する。卵白の乾物量を 15 %<sup>1)</sup> とすれば、EMC 20 ppm 含有飼料の水銀は卵白中で 7 倍以上に濃縮されたことになる。比較的大量のアルキル水銀を連続投与した際の卵白への異常に高率な水銀移行は、一種の排泄作用ではないかと思われる。

実験終了時の羽毛中の水銀濃度は、投与量が増加すると著しく上昇する傾向が認められた。EMC 20 ppm 群では 500 ppm に達する個体もあった。材料の取り方によってはさらに高濃度の部分も存在するのではないかと思われる。戸部ら<sup>7)</sup> のラットによる実験においても毛中に高濃度の水銀が検出されており、このことはやはり排泄作用の一種と思われる。

SOURCES ら<sup>4)</sup> はヒナに methylmercuric chloride を 17 mg/kg/day および 8 mg/kg/day の割合で連続投与し、斃死時の組織中の水銀量を測定している。本実験の EMC 20 ppm 群の投与量は、彼らの実験の投与量の 8 分の 1 から 4 分の 1 に当る。しかし主として投与期間の差によると考えられるが、到達した水銀濃度は近似していた。症状の程度や斃死率と、鶏体内水銀濃度とは必ずしも比例せず、投与量、動物の日令、用いた水銀化合物の相違などによって、結果に大きな差を生じるようである。産卵鶏は水銀の長期投与に対してラットと同程度ないしやや高い抵抗性を示し、サル<sup>8,9)</sup> よりもはるかに強いように思われる。

## 要 約

白色レグホン種の産卵鶏に対して、水銀化合物を微量混入した飼料をあたえて 17 週ないし 30 週間飼育し、以下の結果を得た。

1. PMA または MN を投与した場合は、卵黄および卵白中の水銀量は 2 週めくらいから plateau に到達したが、EMC では 6 週めくらいまで漸増し、以後 plateau に達した。
2. 卵黄への移行率は PMA, EMC, MN の間に大差がなかったが、卵白においては EMC 投与の場合が著しく高く、PMA と MN では極めて低かった。
3. PMA と MN 投与群では産卵率への影響は認められなかったが、EMC 20 ppm 群では産卵率の著しい低下が認められた。

本研究の遂行にあたり、北里大学池田三義、岩手大学湯山章、東京大学浦川紀元、西村昌数の諸先生から有益な助言をいただいたことを深謝する。

## 文 献

- 1) 岩田久敬：食品化学各論（3版）235，養賢堂，東京（1969）
- 2) KIWIMÄE, A., A. SWENSSON, U. ULFVARSON, and G. WESTÖÖ: J. Agr. Food Chem. 17, 1014-1016 (1969)
- 3) SMART, N. A. and M. K. LLOYD: J. Sci. Fd Agric. 14, 734-740 (1963)
- 4) SOURCES, Jr., T. H., D. MILLER, H. LAGALLY, B. R. STILLINGS, P. BAUERSFELD and

S. CUPPETT : Poultry Sci. 52, 452—458 (1973)

- 5) 田辺 昭, 平松一男, 原 勝己, 鳥海 徹 : 岡山大農学報 (44), 37—43 (1974)
- 6) TEJNING, S. and R. VESTERBERG : Poultry Sci. 43, 6—11 (1964)
- 7) 戸部満寿夫, 近岡昭典, 鈴木康雄, 小林和雄, 北条正躬, 鈴木幸子, 池田良雄 : 日薬理誌 64, 172 (1968)
- 8) 戸部満寿夫, 小林和雄, 鈴木康雄, 鈴木幸子, 川崎 靖, 池田良雄 : 日薬理誌 68, 242 P (1972)
- 9) 戸部満寿夫, 小林和雄, 鈴木康雄, 鈴木幸子, 川崎 靖, 向後恭子, 池田良雄 : 日薬理誌 69, 271 (1973)
- 10) 浮田忠之進, 星野乙松, 円沢珪子 : 衛生化学 9, 138—141 (1963)
- 11) 若月俊一 : 科学 37, 153—162 (1967)

岡山大学農学部学術報告第45号正誤表

ページ	行	誤	正
9	上から 15行	応動昆虫誌	応 動 昆
〃	上から 17行	〃	〃
10	上から 21行	1674	1974
17	上から 20行	分を孢子	分生孢子
18	Table 3	Percente	Percent
19	下から 2行	昼 度	昼 夜
32	下から 2行	円沢桂子	丹沢桂子